

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J14D20000010001

U.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA A.V./A.C. MILANO - VENEZIA

LOTTO FUNZIONAE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA

NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST

VASCA DI LAMINAZIONE

Relazione di calcolo vasca di laminazione Fedrigoni

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

IN1A 20 D 26 CL RI0701 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	T. Celario	Febbraio 2022	M. Rigo	Febbraio 2022	C. Mazzocchi	Febbraio 2022	A. Perego Febbraio 2022
IN1A20D26CLRI0701001A.docx								n. Elab.: 1



INDICE

1	PREMESSA	4
2	DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
3	NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO	6
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	7
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	9
5.1	Terreno di ricoprimento/rinterro.....	9
5.2	Interazione terreno-struttura.....	9
6	CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	11
6.1	Vita nominale e classe d'uso.....	11
6.2	Parametri di pericolosità sismica.....	11
7	SOFTWARE DI CALCOLO	12
7.1	Origine e caratteristiche dei codici di calcolo adottati.....	12
7.2	Unità di misura.....	12
7.3	Grado di affidabilità del codice	12
7.4	Valutazione della correttezza del modello	13
7.5	Giudizio finale sulla accettabilità dei calcoli	13
8	DIMENSIONAMENTO STRUTTURALE.....	14
8.1	Modello di calcolo	14
8.2	Analisi dei carichi.....	15
8.2.1	Carichi idrostatici orizzontali e verticali.....	15
8.2.2	Spinta dei terreni.....	15
8.2.3	Azioni variabili verticali da destinazione d'uso	16

8.2.4	Azioni variabili: vento	17
8.2.5	Azioni variabili: neve	17
8.2.6	Azioni variabili: carico treno	18
8.2.7	Individuazione della Vita nominale e Classe d'uso	19
8.2.8	Classe di duttilità	19
8.2.9	Individuazione della Zona Sismica	19
8.2.10	Azione sismica inerziale	21
8.2.11	Spinta sismica terreno	22
8.2.12	Azioni pseudo statiche dell'acqua	23
8.3	COMBINAZIONI	25
8.4	SOLLECITAZIONI	30
8.5	VERIFICHE STRUTTURALI	34
8.5.1	Verifiche di resistenza	34
8.5.2	Verifiche in esercizio	38
8.6	CONCLUSIONI.....	42

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la progettazione definitiva di opere strutturali relative all'Ingresso Est al Nodo AV/AC di Verona Porta Nuova della Tratta AV/AC Verona-Padova.

L'intervento prevede la realizzazione delle nuove linee, prevalentemente in affiancamento al sedime della attuale Linea Storica Milano-Venezia, nel tratto compreso tra l'uscita dell'Autostrada Verona Nord e la radice est della Stazione Ferroviaria di Verona Porta Vescovo, per una estensione di circa 9.7 km dall'inizio dello Scalo Cason alla fine della linea AV/AC. Tali interventi sono funzionali al progetto di linea della Tratta Verona-Padova.

- MODIFICA DI TRACCIATO DELLE LINEE MI-VE STORICA E VR-BRENNERO
- LINEA AV/AC MILANO-VENEZIA
- NUOVO SCALO IN LOCALITA' CASON
- RACCORDO BIVIO S.MASSIMO – VERONA P.N.
- RACCORDO Q.E. – VERONA P.N.
- INTERVENTI NELL'AMBITO DI VERONA PORTA NUOVA
- INTERVENTI NELL'AMBITO DI VERONA PORTA VESCOVO

Sono previsti interventi di potenziamento e riconfigurazione della stazione di Verona Porta Nuova e Verona Porta Vescovo.

Il progetto comprende tutte le opere atte a consentire l'allaccio e l'interfaccia con le linee storiche esistenti e la risoluzione delle interferenze tra la parte di progetto stesso e l'esistente (viabilità, idrografia, ecc).

2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La presente relazione di calcolo ha dunque come oggetto le verifiche strutturali della vasca di laminazione Fedrigoni condotte in riferimento alle azioni più gravose fra quelle che interessano il sito esaminato.

Nel seguito si definiscono i carichi agenti sulla struttura e la costituzione del sottosuolo al fine di determinare le azioni esercitate dal terreno sull'opera. Si analizzano quindi le diverse azioni gravanti sulla struttura e si determinano le massime sollecitazioni per le verifiche strutturali.

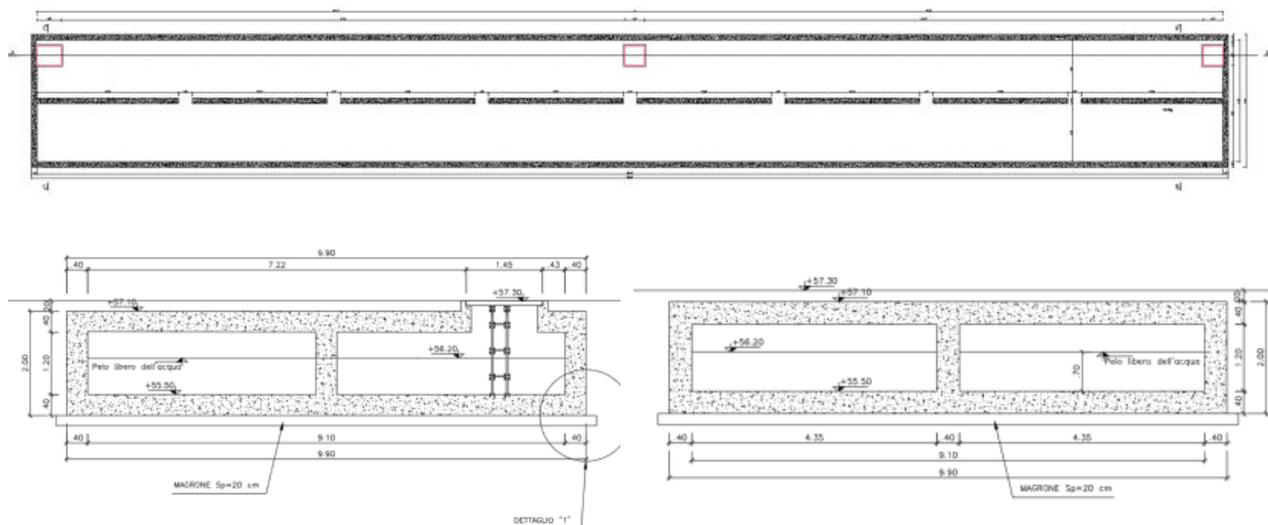
 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

Le analisi sono state svolte in accordo al Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17 Gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni", nel seguito indicato con NTC 2018.

Le verifiche strutturali sono state svolte con il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite.

La vasca oggetto di studio presenta un'estensione in pianta di circa 9.90m x 89.0m, un'altezza di 2.0m e uno spessore costante delle solette e delle pareti di 0.40m. Sul solaio di copertura la vasca presenta 2 pozzetti di dimensioni 1.45m x 1.45m e un terzo pozzetto posto in prossimità della pompa che invece ha dimensioni 1.45m x 1.80m.

Il pelo libero dell'acqua è assunto fisso a 0.70m, con un franco in testa pari a 0.5m. Al fine di garantire una più adeguata stabilità della vasca, viste le grandi lunghezze trasversali, si è pensato di disporre in mezzeria dei setti in c.a. dello spessore di 0.40m di lunghezza pari a circa 10m, intervallati tra di loro tramite aperture di 1 m.



Carpenteria vasche di laminazione (PIANTA E SEZIONI).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

3 NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO

La progettazione è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell’Ente FF.SS.

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Norme Tecniche per le Costruzioni, DM del 17/01/2018;
- Legge 05/01/1971 n°1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica;
- Legge 02/02/1974 n°64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- C.M. 21/01/2019 n.7: Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni”;
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 E: Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 2 – Ponti e Strutture;
- RFI DTC SI PS SP IFS 001 E: Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 6 – Opere in conglomerato cementizio e in acciaio;
- UNI EN 1991-1-4:2005: Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento;
- UNI EN 1992-1-1:2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1992-2:2006: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti;
- UNI EN 1993-1-1:2005: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1993-2:2007: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 2: Ponti;
- UNI EN 1998-1:2005: Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;
- UNI EN 1998-2:2006: Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione della vasca si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza C25/30 ($R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$), che presenta le seguenti caratteristiche:

- Resistenza Caratteristica a Compressione (Cil.) $\rightarrow f_{ck} = 0,83 \times R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
- Classe di Esposizione $\rightarrow \text{XC2 (condiz. ambientali ord.)}$
- Classe di Consistenza $\rightarrow \text{S4/S5}$
- Resistenza Media a Compressione $\rightarrow f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33 \text{ N/mm}^2$
- Modulo Elastico $\rightarrow E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0,3} = 31.475 \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente di Sicurezza $\rightarrow Y_c = 1,5$
- Resistenza di Calcolo a Compressione $\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / Y_c = 14,17 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Trazione Media $\rightarrow f_{ctm} = 0,3 \times f_{ck}^{2/3} = 2,56 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Trazione $\rightarrow f_{ctk} = 0,7 \times f_{ctm} = 1,80 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Trazione di Calcolo $\rightarrow f_{ctd} = f_{ctd} / Y_c = 1,20 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Compressione (Comb. Rara) $\rightarrow \sigma_c = 0,6 \times f_{ck} = 15,00 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Compressione (Comb. Q.P.) $\rightarrow \sigma_c = 0,45 \times f_{ck} = 11,25 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza $\rightarrow f_{bk} = 2,25 \eta_1 \eta_2 f_{ctk} = 2,82 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo $\rightarrow f_{bd} = f_{bk} / Y_c = 1,88 \text{ N/mm}^2$
- Deformazione Ultima a Rottura $\rightarrow \epsilon_{cu} = 0,0035$

Per gli elementi strutturali dell'opera si assume un copriferro di 40 mm (valutato al netto della staffa).

Per l'acciaio invece si prevedere l'utilizzo di barre B450C:

- Tensione caratteristica di snervamento: $\rightarrow f_{yk} = 450 \text{ MPa};$
- Tensione di progetto: $\rightarrow f_{yd} = f_{yk} / \gamma_m$
- in cui $\gamma_m = 1.15$ $\rightarrow f_{yd} = 450 / 1.15 = 391.3 \text{ MPa};$
- Modulo Elastico $\rightarrow E_s = 210'000 \text{ MPa}.$

Per quanto riguarda la scelta degli stati limite di fessurazione, si fa riferimento a quanto riportato nella Tabella 4.1.IV delle NTC 2018, assumendo di trovarsi in condizioni ambientali ordinarie (vedi Tab.4.1.III NTC 2018) con armatura poco sensibile; i limiti adottati per la verifica nei confronti di tale stato limite sono riportati di seguito:

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A	PAGINE 8 di 42

- Combinazione delle azioni Frequente → $w_d \leq w_3 = 0,4\text{mm}$
- Combinazione delle azioni Quasi Permanente → $w_d \leq w_2 = 0,3\text{mm}$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

5.1 Terreno di ricoprimento/rinterro

Per il terreno di ricoprimento dell'opera sono state assunte le seguenti caratteristiche geotecniche:

γ	=	20 kN/m ³	peso di volume naturale
ϕ'	=	38°	angolo di resistenza al taglio
c'	=	0 kPa	coesione drenata

5.2 Interazione terreno-struttura

Per i parametri geologico-geotecnici si fa riferimento alla relazione geotecnica.

Dalla scheda stratigrafica si desume la stratigrafia di progetto con i relativi parametri caratteristici:

γ	=	19	[kN/m ³]
c'	=	0	[kPa]
ϕ'	=	40	[°]

La falda idrica è considerata a fondo scavo.

Categoria sottosuolo sismica: **B**

Di seguito sono trattati gli aspetti di natura geotecnica riguardanti l'interazione terreno-struttura relativamente all'opera in esame.

Per la determinazione della costante di sottofondo si può fare riferimento alle seguenti formulazioni assimilando il comportamento del terreno a quello di un mezzo elastico omogeneo (formula di Vesic):

$$k = \frac{0.65 E}{1 - \nu^2} * \sqrt[12]{\frac{E b^4}{(E_c J)_{fond}}}$$

Dove:

- h = altezza della trave;
- b = dimensione trasversale della trave;
- J = inerzia della trave;
- E_c = modulo di elasticità del calcestruzzo;
- ν = coefficiente di Poisson del terreno;

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A	PAGINE 10 di 42

- E = modulo elastico medio del terreno.

Cautelativamente si limita, ai fini del calcolo, il valore della costante di sottofondo a circa 7000 kN/m³.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 17gennaio 2018.

6.1 Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (VN), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (CU)

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: $VN = 50$ anni. Riguardo invece la Classe d'Uso, all'opera in oggetto corrisponde una Classe IV a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II): $CU = 2,0$.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU.

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $VR = 50 \times 2,0 = 100$ anni.

6.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 17-01-2018, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica / VR) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

Per la terreno su cui sorge l'opera si assume una categoria di sottosuolo **B**.

Il calcolo sismico viene eseguito con il metodo pseudo statico, assumendo un fattore di struttura unitario (analisi elastica). In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

7 SOFTWARE DI CALCOLO

7.1 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo adottati

Per le analisi delle strutture è stato utilizzato il Sap 2000 v.23.1 prodotto, distribuito ed assistito da Computers and Structures, Inc. 1995 University Ave. Berkeley. Questa procedura è sviluppata in ambiente Windows, permette l'analisi elastica lineare e non di strutture tridimensionali con nodi a sei gradi di libertà utilizzando un solutore ad elementi finiti. Gli elementi considerati sono frame (trave), con eventuali svincoli interni o rotazione attorno al proprio asse. I carichi sono applicati sia ai nodi, come forze o coppie concentrate, sia sulle travi, come forze distribuite, trapezie, concentrate, come coppie e come distorsioni termiche. A supporto del programma è fornito un ampio manuale d'uso contenente fra l'altro una vasta serie di test di validazione sia su esempi classici di Scienza delle Costruzioni, sia su strutture particolarmente impegnative e reperibili nella bibliografia specializzata.

Tale programma fornisce in output, oltre a tutte le caratteristiche geometriche e di carico delle strutture, i risultati relativi alle sollecitazioni indotte nelle sezioni degli elementi presenti.

7.2 Unità di misura

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze: m
- forze: kN
- masse: kN massa
- temperature: gradi centigradi
- angoli: gradi sessadecimali o radianti
- si assume l'uguaglianza $1 \text{ kN} = 100 \text{ kg}$

7.3 Grado di affidabilità del codice

L'affidabilità del codice di calcolo è garantita dall'esistenza di un'ampia documentazione di supporto. È possibile inoltre ottenere rappresentazioni grafiche di deformate e sollecitazioni della struttura.

 <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE ITALFERR</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST</p>												
<p>RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IN1A</td> <td>20 D 26</td> <td>CL</td> <td>RI0701001</td> <td>A</td> <td>13 di 42</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINE	IN1A	20 D 26	CL	RI0701001	A	13 di 42
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINE								
IN1A	20 D 26	CL	RI0701001	A	13 di 42								

7.4 Valutazione della correttezza del modello

Il modello di calcolo adottato è da ritenersi appropriato in quanto non sono state riscontrate labilità, le reazioni vincolari equilibrano i carichi applicati, la simmetria di carichi e struttura dà origine a sollecitazioni simmetriche.

7.5 Giudizio finale sulla accettabilità dei calcoli

Si ritiene che i risultati ottenuti dalla elaborazione siano accettabili e che le ipotesi poste alla base della formulazione del modello matematico siano valide come dimostrato dal comportamento dei materiali.

All'interno del pacchetto Sap 2000 sono inoltre presente una serie di test per il benchmark del solutore, che consentono di comprovare l'affidabilità del codice di calcolo e paragonare risultati ottenuti con le soluzioni esatte.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

8 DIMENSIONAMENTO STRUTTURALE

La sezione trasversale della vasca ha una larghezza interna di 9.1 m ed un'altezza netta di 1.20 m; lo spessore della platea di fondazione, dei piedritti e della soletta di copertura è di 0.4 m.

Nel seguito verrà esaminata una striscia di vasca avente lunghezza di 1.00 m. Tale assunzione è giustificata dalla elevata lunghezza dell'opera che conferma la scelta della modellazione piana.

8.1 Modello di calcolo

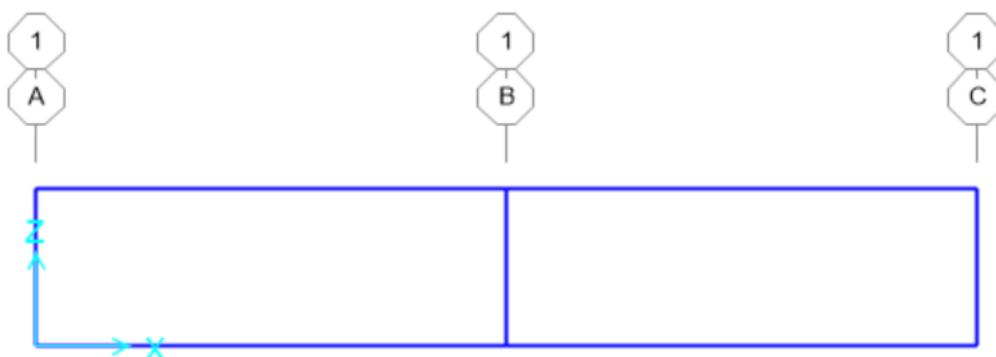
Il modello di calcolo attraverso il quale è schematizzata la struttura è quello del telaio chiuso su letto di molle alla Winkler.

Il modello considerato per l'analisi è quello di un telaio chiuso di profondità unitaria (1.00m) soggetto alle azioni permanenti strutturali, non strutturali e all'azione sismica. In corrispondenza dei vertici dello scatolare sono state inserite delle zone rigide pari a metà spessore degli elementi.

Oltre ai carichi esterni, viene considerata anche la spinta idrostatica esercitata dall'acqua contenuta all'interno della vasca.

Il terreno di fondazione è stato modellato utilizzando la schematizzazione alla Winkler con un opportuno coefficiente di sottofondo.

Di seguito si riporta lo schema di calcolo.



Modello di calcolo.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

8.2 Analisi dei carichi

- **Peso proprio**

Il peso (G1) degli elementi strutturali modellati viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo.

- **Azioni permanenti**

Per tener conto del fatto che l'opera è situata su una scarpata, quindi a pendenza variabile del piano campagna, si assume un valore medio dello spessore di terreno di ricoprimento pari a 2m.

G2-Riempimento in terra (spessore medio 2.0m) 40 kN/m

8.2.1 Carichi idrostatici orizzontali e verticali

Nella zona delle vasche di raccolta delle acque si assume una altezza idrica di massimo pieno pari a all'intera altezza della camera di contenimento in modo da massimizzare, in favore di sicurezza l'azione di spinta.

Di conseguenza al modello di calcolo sono state applicate le pressioni idrostatiche sulle pareti interne ed il carico verticale sulla soletta di fondazione relativa ad un battente idraulico pari all'altezza del pelo libero rispetto al fondo della vasca (ossia 1.20m). La distribuzione delle pressioni idrostatiche è assunta triangolare lungo le pareti e costante sulla soletta di fondazione con un valore massimo pari a:

$$\sigma_{w,max} (z=1.2 \text{ m}) = \gamma_w \cdot z = 10 \cdot 1.2 = 1.20 \text{ kN/mq}$$

Ovviamente anche la condizione di vasca scarica verrà presa in considerazione nelle combinazioni di carico.

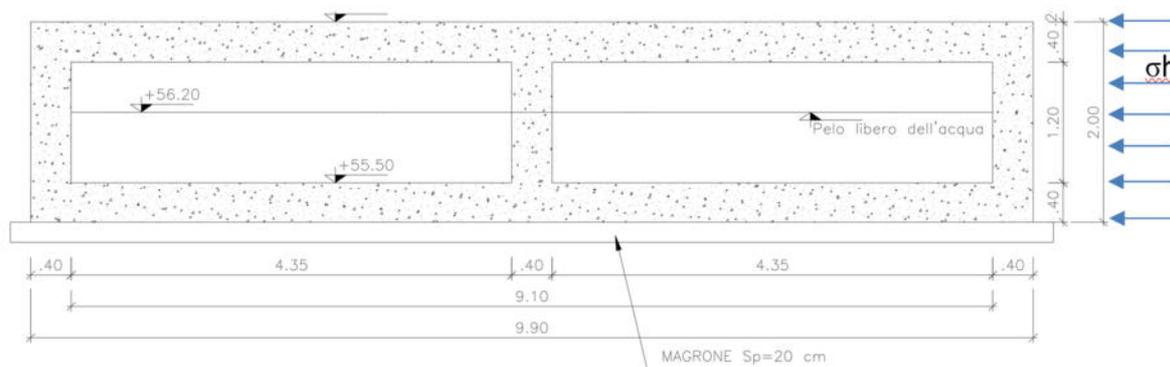
8.2.2 Spinta dei terreni

Per il rinterro si prevede un terreno avente angolo di attrito $\phi = 38^\circ$ ed un peso di volume $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$, il coefficiente di spinta viene calcolato, considerando l'elevata rigidità dello scatolare, utilizzando la formula $K_0=1-\sin\phi'$, per cui si ottiene un valore di $K_0=0.38$. La spinta massima alla base della vasca viene valutata assumendo una quota di -4.0 m, se si considerano i 2m di altezza dell'opera e i 2m del rinterro, per cui:

$$\sigma_h (z=4.0\text{m}) = k_0 \cdot \gamma \cdot z = 0.38 \cdot 20.0 \cdot 4.0 = 30.4 \text{ kN/mq}$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

Al fine della verifica strutturale delle vasche si assume una distribuzione dell'azione di tipo rettangolare con valore costante pari a 30.2 kN/mq.



Individuazione della spinta dei terreni

L'azione del terreno viene considerata applicata solamente su uno dei piedritti esterni in quanto l'altro in prossimità del ciglio di una strada.

8.2.3 Azioni variabili verticali da destinazione d'uso

I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti q_k [kN/m²],
- carichi verticali concentrati Q_k [kN].
- carichi orizzontali lineari H_k [kN/m]

I valori nominali e/o caratteristici q_k , Q_k ed H_k sono riportati in tabella. Tali valori sono comprensivi degli effetti dinamici ordinari, purché non vi sia rischio di risonanza delle strutture.

I carichi verticali concentrati Q_k formano oggetto di verifiche locali distinte e non vanno sovrapposti ai corrispondenti carichi verticali ripartiti; essi devono essere applicati su impronte di carico appropriate all'utilizzo ed alla forma dell'orizzontamento.

Dal paragrafo 3.1.4 del D.M. '18, nel nostro caso si ha una sola tipologia di carico: Solaio per ambienti ad uso commerciale (mercati).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

Copertura vasca

Cat.	Ambienti	q_k [KN/m ²]	Q_k [KN]	H_k [KN/m]
G1	Aree per traffico o parcheggio di veicoli medi	5	2 x 50.0	1.00

Per l'ambiente interno della vasca si considera un carico di categoria H

Cat.	Ambienti	q_k [KN/m ²]	Q_k [KN]	H_k [KN/m]
H	Sola Manutenzione	0.50	1.20	1.00

8.2.4 Azioni variabili: vento

L'azione del vento viene trascurata essendo il locale totalmente interrato.

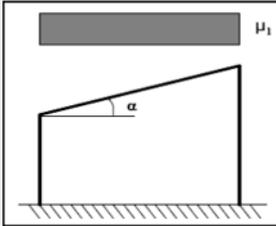
8.2.5 Azioni variabili: neve

Come altitudine si fa riferimento alla quota dell'opera che è di circa 60 m s.l.m.

CALCOLO AZIONE DELLA NEVE - NTC 2018 §3.4						
<i>Caratteristiche del Sito</i>	Zona	NTC 2018	§3.4.2		II	
	Altitudine s.l.m.			$a_s =$	60	m
	Valore di riferimento del carico neve al suolo					
	$q_{sk} = 1.00 \text{ kN/m}^2, a_s \leq 200 \text{ m s.l.m.}$			$q_{sk} =$	1.00	kN/m²
	$q_{sk} = 0.85 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2, a_s > 200 \text{ m s.l.m.}$					
<i>Coefficiente di esposizione</i>		NTC 2018	§3.4.4	$C_E =$	1	
			Tab. 3.4.I			

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

Coefficiente Termico		NTC 2018	§3.4.5	$C_t =$	1
Coefficiente di Forma	Angolo di Inclinazione della Falda	NTC 2018	§3.4.3	$\alpha_1 = \alpha_2$ $\mu_1 (\alpha)$	0 ° 0.8



$$q_s \text{ (carico neve sulla copertura [N/m}^2\text{])} = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

μ_i (coefficiente di forma)

q_{sk} (valore caratteristico della neve al suolo [kN/m²])

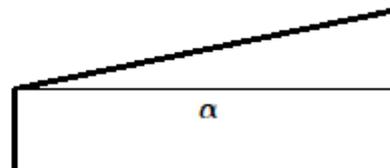
C_E (coefficiente di esposizione)

C_t (coefficiente termico)

Inclinazione falda	0 [deg]
--------------------	---------

μ_1	0.80
---------	------

1.20 kN/mq μ1



8.2.6 Azioni variabili: carico treno

L'opera oggetto di studio si trova in una posizione inclinata rispetto al rilevato stradale tale per cui, nella condizione di maggior vicinanza ai binari, essa comunque si trova al di fuori della zona di scarico dei carichi da treno. Tale area viene valutata considerando un'inclinazione dello scarico treno pari a 1:1 nel terreno e 4:1 nel ballast. Da semplici calcoli geometrici si evince che l'area di impronta dello scarico treno alla quota della vasca non interseca l'opera, quindi queste azioni possono essere trascurate in questa fase.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

8.2.7 Individuazione della Vita nominale e Classe d'uso

La vita nominale delle strutture oggetto della presente relazione, intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta a manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata, è assunta pari a:

- $V_N = 50$ anni

La classe d'uso della costruzione è invece assunta pari a:

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

$C_u = 2.0$ - Come riportato nella Tabella 2.4.II delle NTC2018.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_u

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_u	0,7	1,0	1,5	2,0

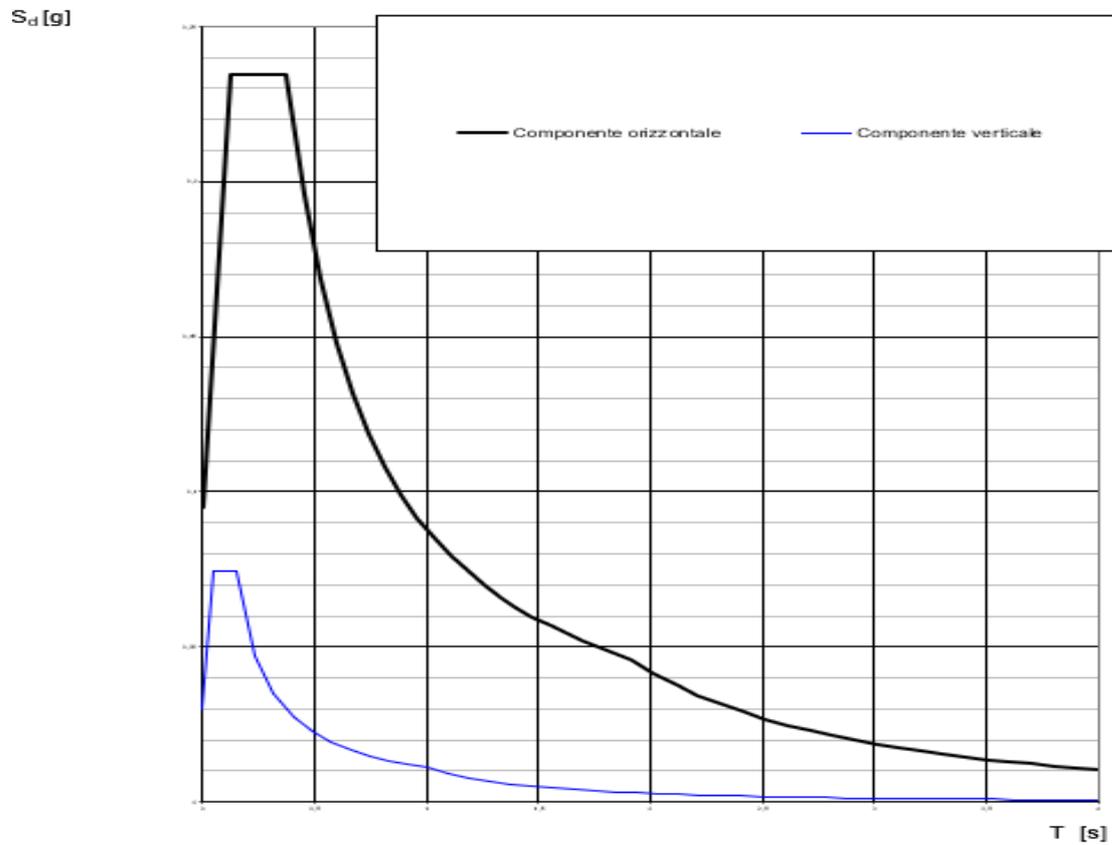
8.2.8 Classe di duttilità

In merito alla duttilità strutturale si è scelto di progettare una struttura di tipo non dissipativo.

Date le caratteristiche geometriche e strutturali delle opere, per il progetto dei basamenti, è stato pertanto adottato un fattore di comportamento $q=1,0$.

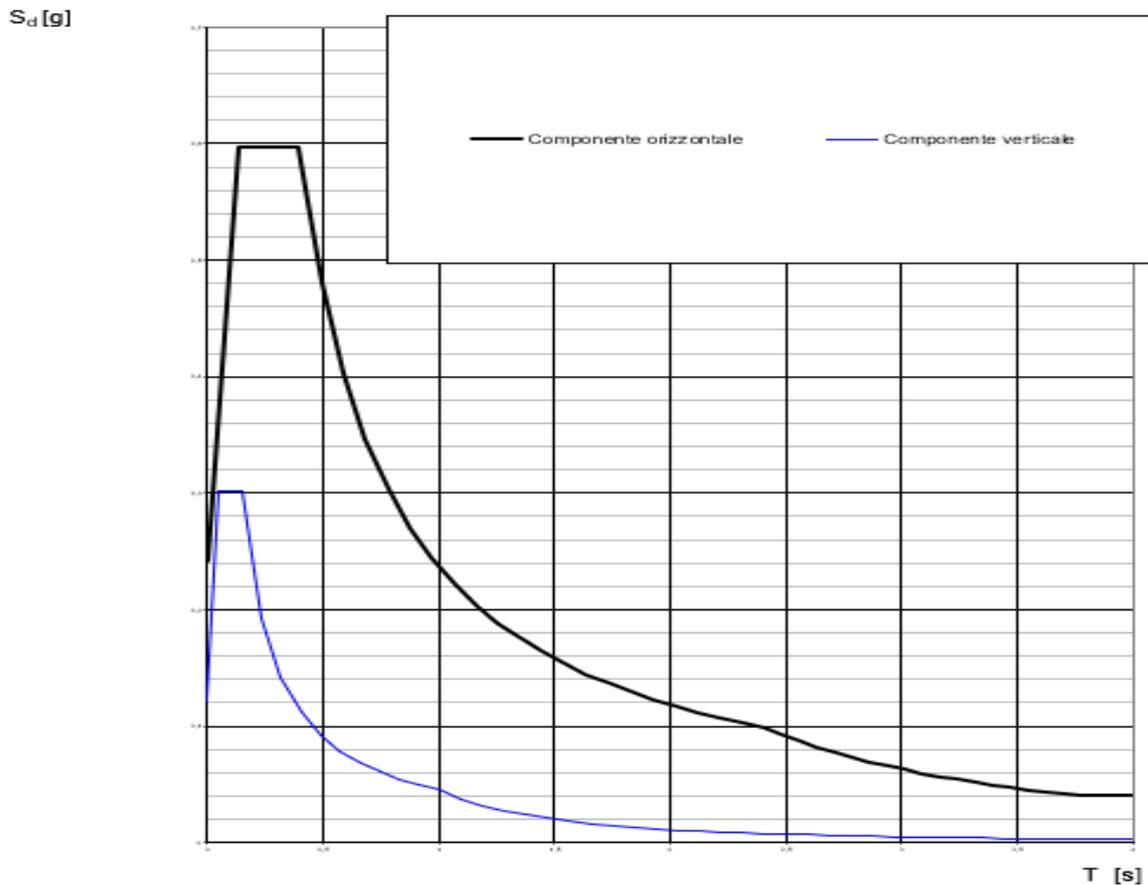
8.2.9 Individuazione della Zona Sismica

Si riportano di seguito gli spettri di risposta elastici per ciascuno Stato Limite considerato (SLD e SLV).



Spettro di risposta definito allo SLD

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A



Spettro di risposta definito allo SLV

8.2.10 Azione sismica inerziale

Per il calcolo dell'azione sismica si utilizza il metodo dell'analisi pseudo statica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k . Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h * W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v * W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = a_{max}/g$$

$$k_v = \pm 0.5 * k_h$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

Con riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale ai fini del calcolo dell'azione sismica secondo il DM 17/01/2018 viene assegnata all'opera una vita nominale $V_N=50$ anni ed una classe d'uso IV $C_u=2,0$; segue un periodo di riferimento $V_R=V_N \cdot C_u=100$ anni .

A seguito di tale assunzione si ottiene allo stato limite ultimo SLV in funzione della Latitudine e Longitudine del sito in esame un valore dell'accelerazione pari a $a_g= 0.202$ g.

Inoltre, tenuto conto della risposta sismica locale tramite dei coefficienti S_s e S_t , l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{max} = S * a = S_s * S_t * a_g$$

dove assumendo un terreno di tipo B ed in base al fattore di amplificazione del sito si ottiene:

$S_s= 1.20$ Coefficiente di amplificazione stratigrafica

$S_t= 1$ Coefficiente di amplificazione topografica

ne deriva che:

$$a_{max}= 1.20 * 1 * 0.202 \text{ g} = 0.242 \text{ g}$$

$$k_h= a_{max}/g = 0.242$$

$$k_v = \pm 0.5 * k_h = 0.121$$

tale azione viene modellata come un carico concentrato applicato in asse alla soletta superiore e all'estremità della vasca, in modo da massimizzarne le sollecitazioni. Il carico W da considerare è quello valutato tramite la combinazione sismica.

8.2.11 Spinta sismica terreno

Le spinte delle terre potranno essere determinate secondo la teoria di Wood, secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma su una parete di altezza H viene determinato con la seguente espressione:

$$\Delta_{SE} = (a_{max}/g) * \gamma * H = 19.39 \text{ kN/m}$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

Tale risultante, applicata ad un'altezza pari ad $H/2$, sarà considerata agente su uno solo dei piedritti dell'opera. Le forze sismiche verranno chiamate SLV_X e SLV_Y a seconda della direzione del sisma considerata.

8.2.12 Azioni pseudo statiche dell'acqua

Per le pareti in c.a. che contengono la spinta idraulica delle vasche di accumulo idrico, in condizione sismica, viene considerata la sovrappressione "sismica pseudo-statica" che si attiva in caso di sisma. La spinta è calcolata utilizzando la teoria di Westergaard [1933]. L'ipotesi è quella di struttura di sostegno rigida a parete verticale, acqua incompressibile e frequenza della sollecitazione armonica orizzontale applicata alla base minore della frequenza fondamentale f_0 del serbatoio d'acqua infinitamente esteso, ovvero $f_0 = V_P / 4H$ (essendo V_P la velocità delle onde P nell'acqua ed H l'altezza dell'acqua).

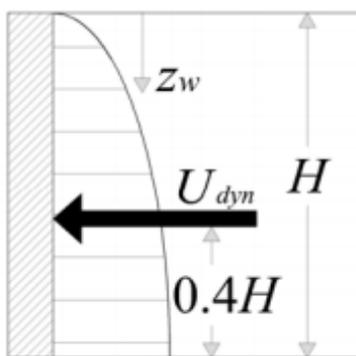
La teoria utilizzata considera che le pressioni idrodinamiche u_{dyn} aumentano con la radice quadrata della profondità dell'acqua z_w :

$$u_{dyn} = \pm \frac{7}{8} k_{hw} \gamma_w \sqrt{H z_w}$$

La spinta idrodinamica risultante U_{dyn} è data dall'integrale delle suddette pressioni:

$$U_{dyn} = \frac{7}{12} k_{hw} \gamma_w H^2$$

ed agisce a $0.4H$ dalla base della struttura. $k_{h,w}$ è il coefficiente sismico relativo all'acqua che viene assunto dello stesso valore del coefficiente sismico orizzontale usato per il terreno ($k_{h,w} = k_h$).



Spinta idrodinamica secondo la teoria di Westergaard [1933]

	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A	PAGINE 24 di 42

Tenuto in conto del valore modesto di spinta idrodinamica:

1. che ha valore trascurabile a fronte della spinta a riposo dell'acqua;
2. che la spinta dell'acqua contrasta la spinta del terreno, e che quindi ridurrebbe le sollecitazioni sulle pareti della vasca;
3. che nel caso di vasca piena ed in contro-fase rispetto alla spinta del terreno, gli effetti di questa spinta idrodinamica risulterebbero del tutto trascurabili rispetto alla condizione di vasca vuota.

Si è deciso quindi di omettere tale azione nel modello della vasca.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

8.3 COMBINAZIONI

Il progetto e la verifica di tutti gli elementi strutturali verrà eseguito mediante il Metodo Semiprobabilistico agli Stati Limite. Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi (SLU), le condizioni elementari di carico vengono tra loro combinate in modo da determinare le sollecitazioni più sfavorevoli.

Le combinazioni di carico che verranno considerate nel calcolo delle sollecitazioni rispettano le prescrizioni fornite dalle NTC 2018. Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (2.5.3 – NTC2018):

Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (frequente), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (quasi permanente), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (SLE):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione sismica impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

dove:

- a) Azioni Permanenti (G);
- b) Azioni Variabili (Q);
- c) Azioni di Precompressione (P);
- d) Azioni Eccezionali (A);
- e) Azioni Sismiche (E);

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

I valori dei coefficienti che tengono conto della non contemporaneità dei massimi valori delle azioni sono dati dalla Tab. 2.5.I:

Categoria/Azione variabile	Ψ_{S1}	Ψ_{S2}	Ψ_{S3}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

La Tabella 2.6.I, forniscono i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi, salvo quanto diversamente previsto nelle norme specifiche.

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli	γ_{G1}	1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli	γ_{G2}	1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli	γ_{Q1}	1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Combinazione	Caso di carico	Coefficiente
SLU_1	Dead	1.3
SLU_1	G2	1.5
SLU_1	Q_G	0
SLU_1	Q_H manutenzione	1.5
SLU_1	Q_Neve	0.75
SLU_1	G_spinta terreno	1.5
SLU_1	Q_Acqua	0
SLU_2	Dead	1.3

SLU_2	G2	1.5
SLU_2	Q_G	1.5
SLU_2	Q_H manutenzione	1.5
SLU_2	Q_Neve	0.75
SLU_2	G_spinta terreno	1.5
SLU_2	Q_Acqua	0
SLU_3	Dead	1.3
SLU_3	G2	1.5
SLU_3	Q_G	0
SLU_3	Q_H manutenzione	1.5
SLU_3	Q_Neve	1.5
SLU_3	G_spinta terreno	1.5
SLU_3	Q_Acqua	0
SLU_4	Dead	1.3
SLU_4	G2	1.5
SLU_4	Q_G	0
SLU_4	Q_H manutenzione	1.5
SLU_4	Q_Neve	0.75
SLU_4	G_spinta terreno	1.5
SLU_4	Q_Acqua	1.5
SLU_5	Dead	1.3
SLU_5	G2	1.5
SLU_5	Q_G	1.5
SLU_5	Q_H manutenzione	1.5
SLU_5	Q_Neve	0.75
SLU_5	G_spinta terreno	1.5
SLU_5	Q_Acqua	1.5
SLU_6	Dead	1.3
SLU_6	G2	1.5
SLU_6	Q_G	0
SLU_6	Q_H manutenzione	1.5
SLU_6	Q_Neve	1.5
SLU_6	G_spinta terreno	1.5
SLU_6	Q_Acqua	1.5
SLE_r_1	Dead	1
SLE_r_1	G2	1
SLE_r_1	Q_G	1
SLE_r_1	Q_H manutenzione	1
SLE_r_1	Q_Neve	0.5
SLE_r_1	G_spinta terreno	1

SLE_r_1	Q_Acqua	0
SLE_r_2	Dead	1
SLE_r_2	G2	1
SLE_r_2	Q_G	0.7
SLE_r_2	Q_H manutenzione	0
SLE_r_2	Q_Neve	0.5
SLE_r_2	G_spinta terreno	1
SLE_r_2	Q_Acqua	1
SLE_r_3	Dead	1
SLE_r_3	G2	1
SLE_r_3	Q_G	0.7
SLE_r_3	Q_H manutenzione	0
SLE_r_3	Q_Neve	1
SLE_r_3	G_spinta terreno	1
SLE_r_3	Q_Acqua	1
SLE_f_1	Dead	1
SLE_f_1	G2	1
SLE_f_1	Q_G	0.5
SLE_f_1	Q_H manutenzione	0
SLE_f_1	Q_Neve	0
SLE_f_1	G_spinta terreno	1
SLE_f_1	Q_Acqua	1
SLE_f_2	Dead	1
SLE_f_2	G2	1
SLE_f_2	Q_G	0.3
SLE_f_2	Q_H manutenzione	0
SLE_f_2	Q_Neve	0
SLE_f_2	G_spinta terreno	1
SLE_f_2	Q_Acqua	1
SLE_qp	Dead	1
SLE_qp	G2	1
SLE_qp	Q_G	0.3
SLE_qp	Q_H manutenzione	0
SLE_qp	Q_Neve	0
SLE_qp	G_spinta terreno	1
SLE_qp	Q_Acqua	1
SLV_X	G2	1
SLV_X	SLV_Ex	1
SLV_X	SLV_Ey	0.3
SLV_X	Dead	1

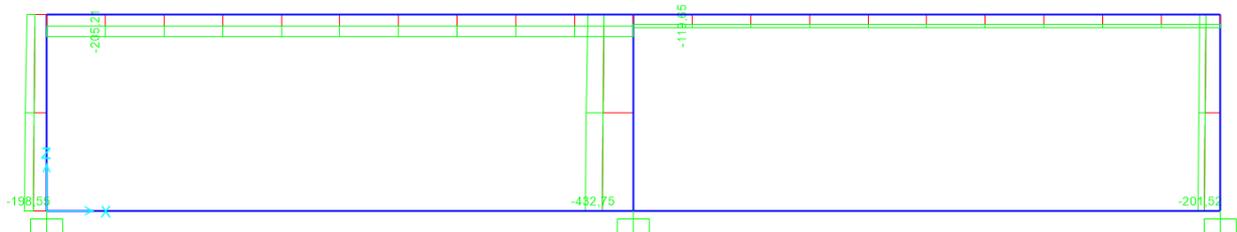
SLV_X	G_spinta terreno	1
SLV_Y	Dead	1
SLV_Y	G2	1
SLV_Y	SLV_Ex	0.3
SLV_Y	SLV_Ey	1
SLV_Y	G_spinta terreno	1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

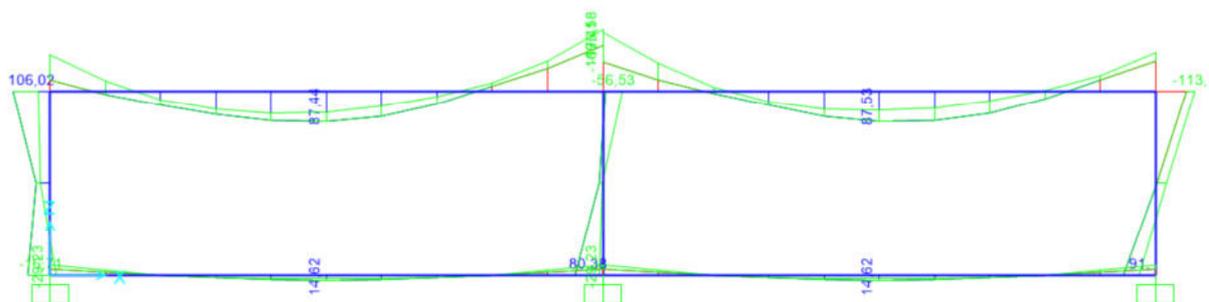
8.4 SOLLECITAZIONI

I valori minimi e massimi delle sollecitazioni agenti sulla struttura della vasca di laminazioni, sono riepilogate nella seguente tabella (N = sforzo normale, V22 = taglio, M33 = momento flettente):

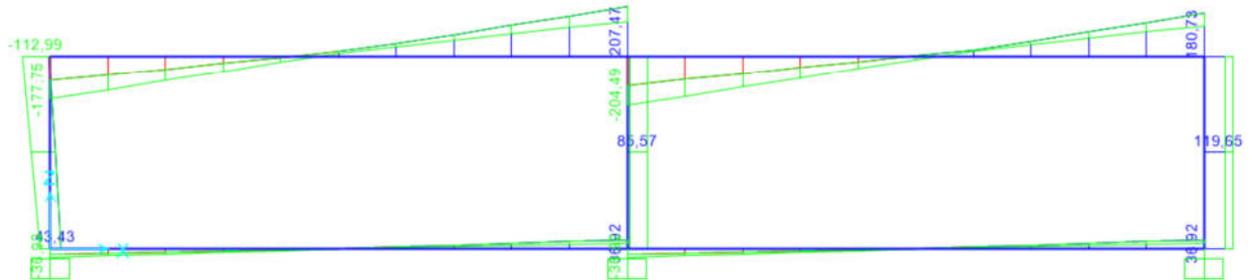
	N		V22		M33	
	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>max</i>
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
SLU/SLV	0	432.75	-204.5	207.5	-176.6	106.0
SLE_qp	0	277.3	-129.8	131.8	-112.2	67.2
SLE_f	0	282.7	-132.3	134.3	-114.4	68.5
SLE_r	0	297.4	-139.74	141.69	-120.3	77.1



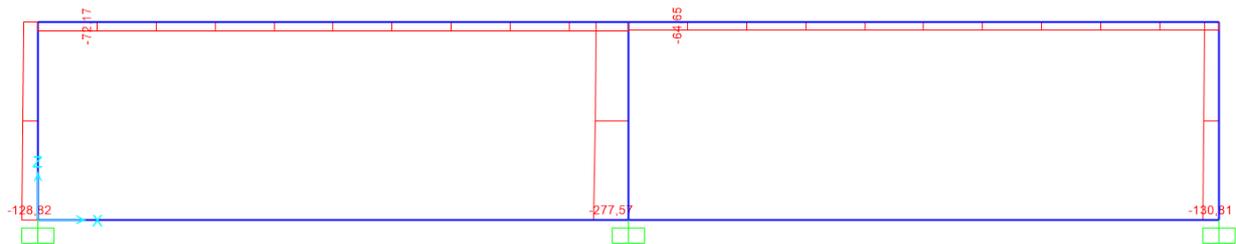
N Inv SLU/SLV



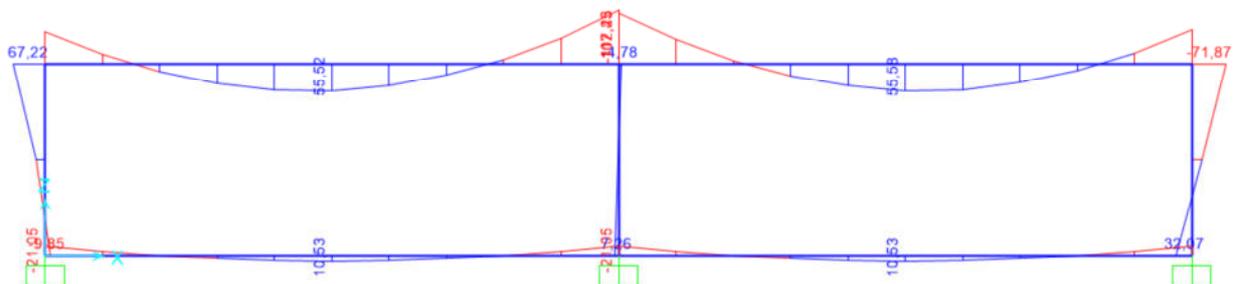
M33 Inv SLU/SLV



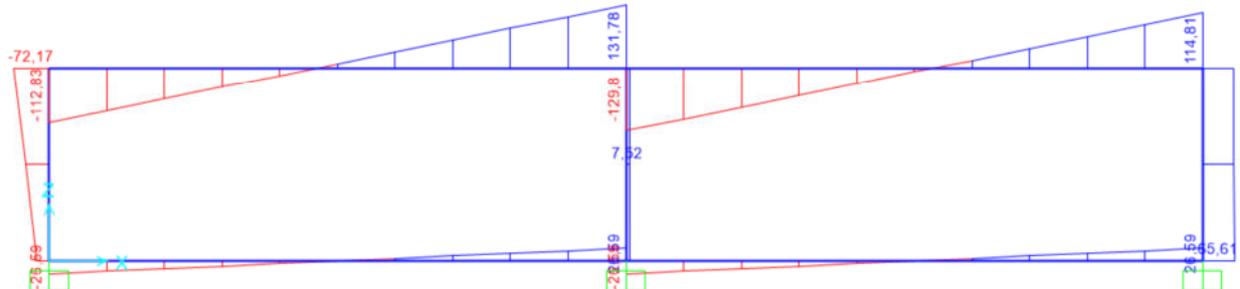
V22 Inv SLU/SLV



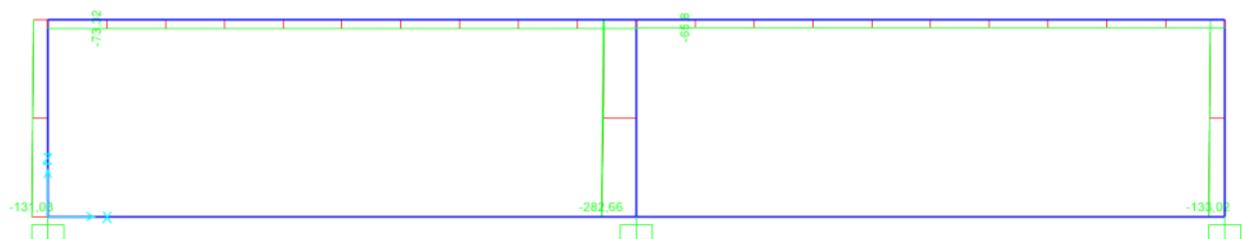
N SL quasi permanente



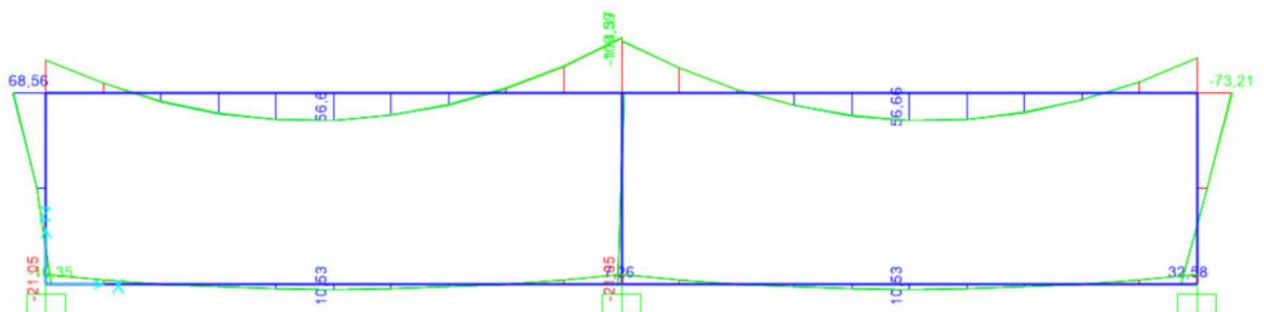
M33 SL quasi permanente



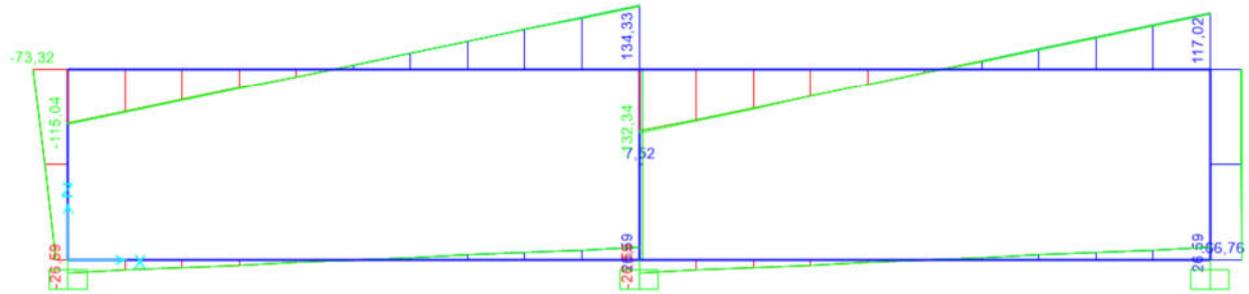
V22 SL quasi permanente



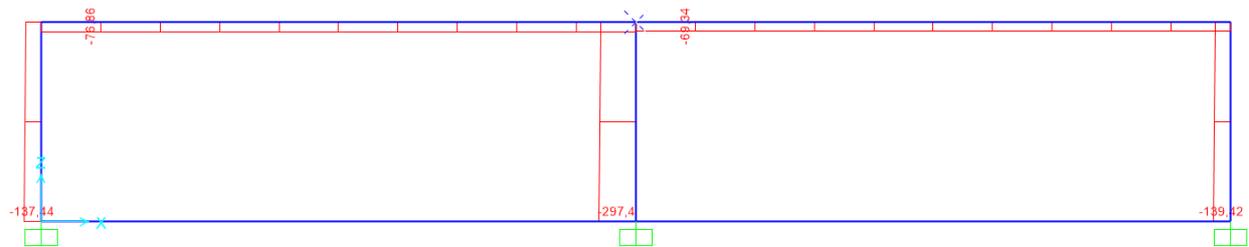
N SL frequente



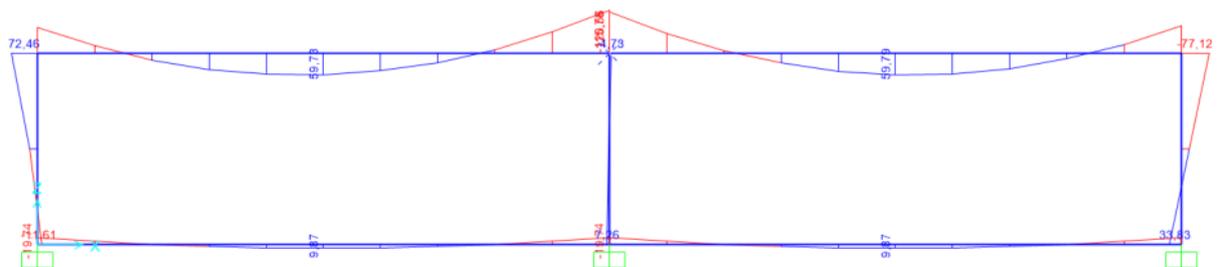
M33 SL frequente



V22 SL frequente

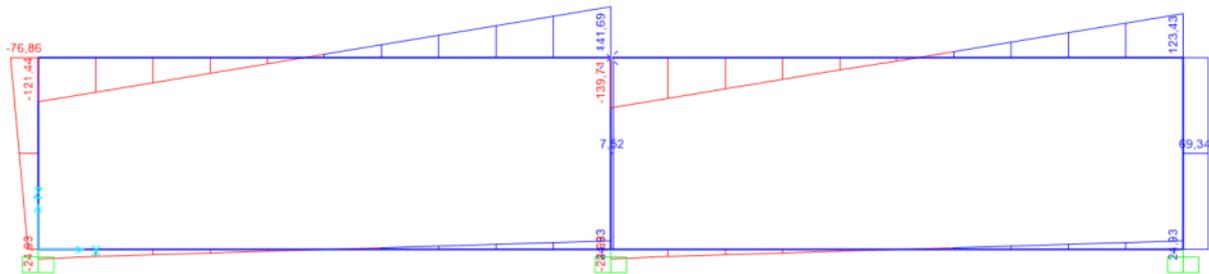


N SL rara



M33 SL rara

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A



V22 SL rara

8.5 VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche strutturali vengono eseguite su sezioni rettangolari di dimensioni 40 cm x 100 cm. Si prevede un'armatura costituita $\Phi 20/15$ disposta su tutti gli elementi strutturali orizzontali e verticali.

A vantaggio di sicurezza, si trascura il contributo dello sforzo normale nelle verifiche a flessione, per cui verranno eseguite solo verifiche a flessione retta e non composta.

Anche per le verifiche a taglio si trascura il contributo dello sforzo normale, visto che è pari a circa l'8% dello sforzo normale ultimo nelle condizioni più sfavorevoli.

In questa fase si possono trascurare le verifiche di instabilità del setto centrale, che è l'elemento maggiormente sollecitato a carico di punta, visto che la percentuale di carico assiale è comunque bassa.

8.5.1 Verifiche di resistenza

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

8.5.1.1 Verifica a flessione SEZIONE PIEDRITTI

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	21,99	4
2	21,99	36

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
yN

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviate

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ cm Col. modello

Precompresso

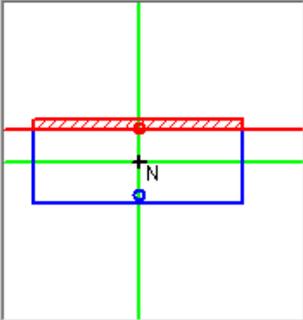
Materiali

B450C C25/30

ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
E_s N/mm² f_{cd} ‰
E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} ‰
σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} ‰
τ_{c1} ‰

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_c ‰
ε_s ‰
d cm
x w/d
δ



Le verifiche di resistenza a flessione dei piedritti sono soddisfatte.

8.5.1.2 Verifica a flessione SEZIONE SOLAI

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	21,99	4
			2	21,99	36

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 176,6 kNm
M_{yEd} 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C C25/30

ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14,17
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?
ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 9,75
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,6
τ_{c1} 1,829

M_{xRd} 286,4 kN m

σ_c -14,17 N/mm²
σ_s 391,3 N/mm²
ε_c 3,5 ‰
ε_s 22 ‰
d 36 cm
x 4,941 x/d 0,1372
δ 0,7

Le verifiche di resistenza a flessione dei solai sono soddisfatte.

8.5.1.3 Verifica a TAGLIO

Nella verifica a taglio si prende in considerazione la sezione maggiormente sollecitata, senza distinzione tra solai e piedritti.

Come prima cosa si esegue la verifica della ‘trave’ non armata a taglio, in modo da chiarire eventuali dubbi sull’utilizzo di armature trasversali.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

Verifica a taglio secondo D.M. 17/02/2018 "Norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018)"

Oggetto : TRAVE 100x40

Caratteristiche della sezione

GEOMETRIA	H =	40	cm	altezza sezione
	b _w =	100	cm	larghezza sezione
	h'	4	cm	copriferro
	d	36	cm	altezza utile
ARMATURA TESA	∅	20	mm	diametro armatura
	n°	7		numero barre
	A _s	22,0	cm ²	area dell'armatura tesa
	ρ _l	0,0055		rapporto geometrico d'armatura longitudinale (≤0,02)
AZIONI DI COMPRESSIONE	N _{Ed}	0	kN	valore di calcolo della compressione assiale (se presente)
	σ _{cp}	0,00	Mpa	tensione media di compressione

Resistenza senza armatura a taglio

RESISTENZA SENZA ARMATURA A TAGLIO	V_{Rd} =	180 kN
	Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza di progetto a taglio si valuta con	
	$V_{Rd} = \max \left[\left[0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{td})^{2/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right] h_w \cdot d; (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot h_w \cdot d \right] \quad [4.1.23]$	
	con	
	f _{td} espresso in MPa	
	k = 1 + (200/d) ^{1/2} ≤ 2	
	v _{min} = 0,035k ^{1/2} f _{td} ^{1/2}	

dati ausiliari	
k=	1,74536
V _{min} =	0,40271
V _{Rd1} =	180,339 kN
V _{Rd2} =	144,976 kN

Visto che il taglio resistente dell'elemento non armato a taglio (**180 kN**) è minore del massimo taglio sollecitante (**207.5 kN**), risulta necessario prevedere delle armature trasversali.

Data la configurazione della 'trave' in progetto, ossia una fascia di 1 m di un setto avente lunghezza maggiore, si prevede che nella direzione longitudinale della vasca venga utilizzato lo stesso quantitativo di armatura trasversale (Φ20/15).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

Verifica a taglio secondo *EN 1992/2018 "Norme tecniche per le costruzioni" (NTC 2018)*

Oggetto : TRAVE 100x40

Caratteristiche della sezione

GEOMETRIA	H =	40	cm	altezza sezione
	b _w =	100	cm	larghezza sezione
	h'	4	cm	copriferro
	d =	36	cm	altezza utile
ARMATURA TESA	ϕ =	20	mm	diametro armatura
	n ² =	7		numero barre
	A _s =	22,0	cm ²	area dell'armatura tesa
	ρ _l =	0,0055		rapporto geometrico d'armatura longitudinale (≤0,02)
AZIONI DI COMPRESSIONE	N _{Ed} =	0	kN	valore di calcolo della compressione assiale (se presente)
	σ _{cp} =	0,00	Mpa	tensione media di compressione

Caratteristiche della sezione armata a taglio

ARMATURA A TAGLIO	ϕ =	20	mm	diametro staffe
	n ² =	2		numero bracci
	A _{sw} =	6,3	cm ²	area dell'armatura trasversale
	s =	15	cm	passo delle staffe
	α =	90	°	angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave
	ϑ =	45	°	angolo di inclinazione del puntone compresso rispetto all'asse della trave (22° ÷ 45°)
	α _c =	1,00		coefficiente maggiorativo pari a:
				1 per membrature non compresse
				1 + σ _{cp} /f _{cd} per 0 ≤ σ _{cp} ≤ 0,25 f _{cd}
				1,25 per 0,25 f _{cd} ≤ σ _{cp} ≤ 0,5 f _{cd}
				2,5(1 - σ _{cp} /f _{cd}) per 0,5 f _{cd} ≤ σ _{cp} ≤ f _{cd}
	ν f _{cd} =	7,06	Mpa	resistenza a compressione ridotta (ν f _{cd} = 0,5 f _{cd})

Resistenza con armature trasversali resistenti al taglio

RES. DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE" V_{Rd} = 531 kN
 Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di progetto a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha \quad [4.1.27]$$

RES. DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSI" V_{Rd} = 1143 kN

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di progetto a "taglio compressione" si calcola con

$$V_{Rd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot \nu \cdot f_{cd} (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) (1 + \text{ctg}^2\theta) \quad [4.1.28]$$

$$V_{Rd} = 531 \text{ kN} \quad \text{resistenza di calcolo } \min\{V_{Rd}, V_{Rcd}\}$$

La verifica di resistenza a taglio risulta così soddisfatta.

8.5.2 Verifiche in esercizio

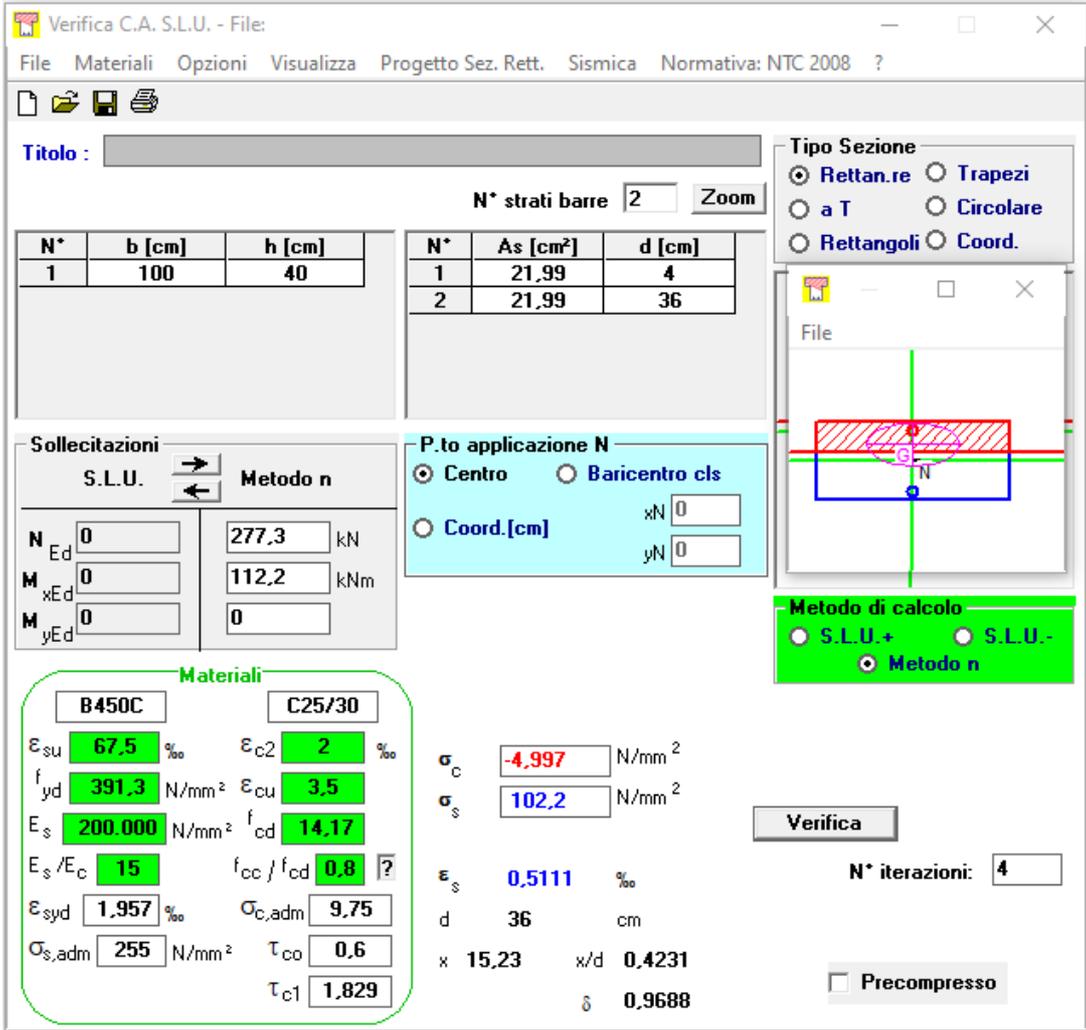
 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

8.5.2.1 Verifica tensionale

Per quanto riguarda le verifiche tensionali, si considerano due combinazioni di carico (quasi permanente e rara) e si verifica che le tensioni a compressione del cls siano inferiori a dei valori limite di resistenza definiti al Cap. 4. Anche per l'acciaio si verifica che non ci sia un'eccessiva trazione (inferiore al 75% della resistenza caratteristica a trazione).

Anche in questo caso si verifica solamente la sezione maggiormente sollecitata a flessione, senza distinzione tra solai e piedritti, considerando però il massimo contributo dello sforzo normale.

COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE



The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. The main window displays various input and output parameters for a structural analysis.

Titolo: [Empty field]

N° strati barre: 2

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	21,99	4
			2	21,99	36

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN

M_{xEd}: 0 kNm

M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N: Centro

Metodo di calcolo: S.L.U. + S.L.U. - Metodo n

Materiali: B450C, C25/30

ε_{su}: 67,5 ‰

f_{yd}: 391,3 N/mm²

E_s: 200.000 N/mm²

E_s/E_c: 15

ε_{syd}: 1,957 ‰

σ_{s,adm}: 255 N/mm²

ε_{c2}: 2 ‰

ε_{cu}: 3,5 ‰

f_{cd}: 14,17

f_{cc}/f_{cd}: 0,8

σ_{c,adm}: 9,75

τ_{co}: 0,6

τ_{c1}: 1,829

σ_c: -4,997 N/mm²

σ_s: 102,2 N/mm²

ε_s: 0,5111 ‰

d: 36 cm

x: 15,23

x/d: 0,4231

δ: 0,9688

Verifica: [Button]

N° iterazioni: 4

Precompresso: [Unchecked]

La tensione massima nel cls risulta essere **5.0 MPa** che è inferiore al valore limite di progetto (**11.25 MPa**).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

COMBINAZIONE RARA

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

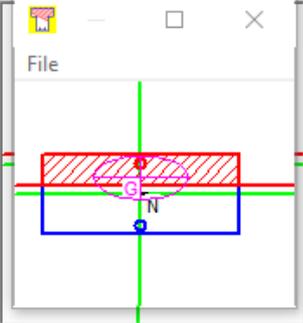
N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	21,99	4
2	21,99	36

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

File



Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

N_{Ed} 297,4 kN
M_{xEd} 120,3 kNm
M_{yEd} 0

Materiali

B450C	C25/30
ϵ_{su} 67,5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm ²	ϵ_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm ²	f_{cd} 14,17
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?
ϵ_{syd} 1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 9,75
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm ²	τ_{co} 0,6
	τ_{c1} 1,829

σ_c -5,358 N/mm²
 σ_s 109,6 N/mm²
 ϵ_s 0,5479 ‰
d 36 cm
x 15,23 x/d 0,4231
 δ 0,9689

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

La tensione massima nel cls risulta essere **5.36 MPa** che è inferiore al valore limite di progetto (**15.00 MPa**).
 La tensione massima nell'acciaio invece è pari a **109.6 MPa** che è inferiore al valore limite di progetto (**337.5 MPa**).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST					
	RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	PROGETTO IN1A	LOTTO 20 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0701001	REV. A

8.5.2.2 Verifica della fessurazione per via indiretta

La verifica dell'ampiezza di fessurazione per via indiretta può riferirsi ai limiti di tensione nell'acciaio di armatura definiti nelle tabelle C.4.1.II e C.4.1.III. La tensione verificata è quella dell'acciaio prossimo al lembo teso della sezione calcolata in condizioni parzializzate (senza trazione nel cls).

Lo stato limite di apertura delle fessure, riferito alla combinazione di azioni prescelta, è il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato, come definito al cap. 4.

Le tabelle da considerare per la verifica indiretta della fessurazione sono:

Tabella C4.1.II Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio σ_s [MPa]	Diametro massimo ϕ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

Tabella C4.1.III Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio σ_s [MPa]	Spaziatura massima s delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

Nelle tabelle si entra con lo sforzo di trazione massimo nell'acciaio e si valutano i valori massimi del diametro e di spaziatura tra le barre. Nel nostro caso gli interassi tra le barre $\Phi 20$ sono di 150 mm, per cui le verifiche risultano soddisfatte.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO LINEA A.V./A.C. MILANO – VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC di VERONA: INGRESSO EST												
RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE FEDRIGONI	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IN1A</td> <td>20 D 26</td> <td>CL</td> <td>RI0701001</td> <td>A</td> <td>42 di 42</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINE	IN1A	20 D 26	CL	RI0701001	A	42 di 42
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINE								
IN1A	20 D 26	CL	RI0701001	A	42 di 42								

8.6 CONCLUSIONI

L'incidenza totale delle armature è di 200 kg/m³.